ロバスト制御理論特論 期末試験 (2017.8.04)

出題 平田 光男

問 1. 次の状態空間実現で表されるシステムについて，以下の各問いに答えよ。（50 点）

$$\dot{x}(t) = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -10 & -7 \end{bmatrix}}_{A} x(t) + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}}_{B} u(t), \quad y(t) = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}}_{C} x(t)$$

(1) A の固有値を求めて漸近安定性を調べよ。
(2) e^{At} の (1,1) 要素を求めよ。
(3) 可制御性，可観測性を調べよ。
(4) u から y までの伝達関数を求めよ。
(5) 状態フィードバック $u = Fx$ によって閉ループ極が -5 の重根になるように F を定めよ。

問 2. 次の各問いに答えよ。（20 点）
(1) 次の伝達関数の H_∞ ノルムを求めよ。

$$G_1(s) = \frac{10}{(3s+2)(4s+5)}, \quad G_2(s) = \frac{s+10}{(s+1)(s+100)}$$

(2) ハミルトニアン行列

$$H = \begin{bmatrix} A & R \\ -Q & -A^T \end{bmatrix}$$

は λ を固有値に持つとき，$-\lambda$ も固有値を持つことを示せ。

問 3. 次式の H_∞ ノルムを最小化する H_∞ 制御問題を考える。ただし，P は制御対象，K は制御器を表すものとし，それぞれ 1 入出力系とする。

$$\left\| \begin{bmatrix} \dfrac{P}{1+PK} \\ \dfrac{PK}{1+PK} \end{bmatrix} \right\|_\infty$$

このとき，次の各問いに答えよ。（30 点）

(1) 一般化プラント G のブロック線図を描け。
(2) 一般化プラント G の伝達行列を求めよ。
(3) P の状態空間実現が次式で与えられるとき，一般化プラント G の状態空間実現を求めよ。

$$P = (A, B, C, 0)$$

(4) (2) で求めた G と $\Delta = [0, \Delta_m]$ に対して上側線形分数変換 $\mathcal{F}_u(G, \Delta)$ を計算せよ。